仕　様　書

1　購入品目

電界放出形走査電子顕微鏡

2　数量

1 式

3　装置の構成及び機能・性能

本装置は大きく分類して、走査電子顕微鏡、反射電子検出器、結晶方位解析装置、エネルギー分散型 X 線分析装置、排気装置、冷却水循環装置*（*必要な場合）から構成される。本機器を用いて電子線を試料に照射し、その二次電子、反射電子、X 線、後方散乱電子等を測定することで、種々のミクロ組織解析を行う。工業材料内でも、特にポリマー、セラミックス、金属を対象として測定する。

4　装置の仕様

（1）走査電子顕微鏡

ア　電子銃

（ア） 電子銃タイプ：ショットキー電界放出形であること

（イ） 加速（照射）電圧：0.1～30kV あるいはそれを含む範囲で可変可能であること

（ウ） 試料照射電流：最大で 200nA 以上であること

（エ） 分解能：1kV 時 1.6nm、あるいはそれよりも優れていること

（オ） 倍率：30～60 万倍あるいはそれを含む範囲で可変可能であること

イ　レンズ系

（ア） フォーカス機能：オートフォーカス機能が組みこまれており、手動フォーカスとの併用が可能であること

（イ） 倍率自動補正：システム内に組みこまれており、WD（作動距離：Working Distance）及び加速電圧に対して連動していること

（ウ） 像回転補正：システム内に組みこまれており、WD に対して連動していること

（エ） 対物絞りが組みこまれていること。光軸合わせのため微動可能なこと

（オ） ウォブラ機能：対物絞り及びスティグマセンター合わせ用のウォブラ機能が組みこまれていること

（カ） オートスティグマ機能：オートスティグマ機能が組込まれており、手動スティグマとの併用が可能であること

（キ） ダイナミックフォーカス（試料傾斜補正）機能：組みこまれていること

（ク） 70°程度傾斜した試料や大きな段差のある試料に対し、30 倍程度の低倍率でも観察領域全体にフォーカスを合わせられること
（ケ） スキャンローテーション機能：組み込まれていること

ウ　二次電子検出器
（ア） 下方検出器：二次電子信号を検出出来る下方検出器が組みこまれていること
（イ） 上方検出器：二次電子信号を検出出来る上方検出器が組みこまれていること
（ウ） 試料最表面の超高分解能組織を得るため、対物レンズ上方で低エネルギー二次電子信号を分離・抽出して検出することが可能であること。抽出した低エネルギー二次電子信号を「（1）ウ（ア）」「（1）ウ（イ）」とは異なる専用の二次電子検出器で検出する場合は「（1）ウ（ア）」「（1）ウ（イ）」2 種類の検出器と同時装着が可能であり、同時観察が可能であること
（エ） オートコントラスト・ブライトネス機能：二次電子像におけるオートブライトネス・コントラスト機能が組込まれており、手動ブライトネス・コントラストとの併用が可能であること

エ　試料ステージ
（ア） モーター駆動軸：5 軸モーター駆動ユーセントリック形式であること
（イ） 試料ステージ移動範囲：X 軸、Y 軸については最大移動範囲が 50mm 以上、Z（ステージ高さ）軸については 3～40mm あるいはそれ以上の範囲、T（傾斜）軸については-5～70°あるいはそれ以上の範囲、R（回転）軸については 360°であること。回転は任意の観察位置を中心に試料回転できるユーセントリック回転であること
（ウ） 試料ステージ可動保証範囲を越えて移動しようとした時に、保護機能が働くこと
（エ） モーター制御：試料移動のためのモーター制御をトラックボールや操作盤上の操作で行えること
（オ） 試料サイズ：60W x 60B x 10H、重さ 500g 以上の試料を切断せずに観察出来ること
（カ） 試料観察位置・試料移動に関するナビゲーション機能：試料観察位置が制御・データ処理用ソフトウエア（「4 （1）オ　装置制御用ソフトウエア」を参照）上で視覚的で確認でき、かつ指定した位置に移動が可能であること
（キ） 試料損傷防止機能：試料と電子銃との衝突安全防止策が取られていること（試料室内部がモニター可能な CCD カメラの設置、ロック機構など）
（ク） 試料汚染防止装置：試料汚染防止装置が組みこまれていること
（ケ） 試料ホルダ：12mmϕx 10H までの試料観察に対応可能な試料ホルダが装備されていること。試料傾斜 T については WD<18mm で EBSD 測定が可能な 70°

まで傾斜が可能であること

（コ） 30mmϕ x 10H までの試料観察に対応可能な試料ホルダが装備されていること。試料傾斜 T については WD<30mm で EBSD 測定が可能な 70°まで傾斜が可能であること

（サ） 85mmϕ 10H 以上の試料観察に対応可能な試料ホルダが装備されていること

オ　装置制御用ソフトウエア

（ア） 走査電子顕微鏡の観察条件（加速電圧値、試料照射電流値など）の設定がソフトウエア上で行えること

（イ） 走査電子顕微鏡で取得した像がリアルタイムで観察可能であり、その観察像に関するデジタルデータ（観察画像）を 1280 x 960 pixels 以上の解像度で取得・保存可能であること

（ウ） 上記「４（１）オ（イ)」で取得したデジタル画像データを外部出力可能であること

（エ） 試料位置情報がリアルタイムで表示可能であり、「４（１）エ（カ)」の機能と連動することで、任意の試料の位置をソフトウエア上で視覚的に観察領域として指定し、ステージ移動が可能であること

（オ） 観察条件の保存・読み込み：試料およびユーザーに応じて複数の観察条件（加速電圧・プローブ電流値・光軸アライメント・コントラスト値・ブライトネス値等）の記録・読み込みが可能であること

（カ） ソフトウエア上で試料室の真空度等の確認が可能であること

カ　制御系コンピューター・GUI

（ア） 全般：「４（１）オ　装置制御用ソフトウエア」が問題なく動作できるスペックであること

（イ） 「４（１）オ　装置制御用ソフトウエア」が保存したデジタルデータを USB 経由でファイルデータの形で外部メディアに出力可能であること

（ウ） コンピュータータイプ：デスクトップ型

（エ） OS：米国マイクロソフト社 Windows 7 相当以上の OS であること

（オ） CPU：Intel Xeon E5-1620v2 3.70GHz 相当以上であること

（カ） メインメモリ：4GB 以上であること

（キ） ハードディスク：500GB 以上であること

（ク） ディスプレイ： 23 インチ TFT カラー液晶ディスプレイ(1920×1080 画素)以上であること

（ケ） 外部記憶装置：書きこみ可能な DVD-R/CD-R スーパーマルチドライブを有していること

（コ） その他付属機器：マウス、キーボード、イーサネット、USB 出力端子を付属し

ていること

（サ） PC が何らかの要因で停止しても本体真空系の稼働が継続出来る仕様となっていること。また、本体システム稼働に関する重要かつ基本的な操作が PC の停止状態でも本体の操作盤等で可能であること

カ　安全装置

（ア）真空度低下、断水、停電、漏洩電流に対する保護機能があること

キ　省エネルギーモード

（ア）試料観察を行わない待機時等に消費電力を低減するモードを有すること

ク　非導電性試料観察への対応

（ア） 非導電性試料を無コーティングで観察するための機能が装備されていること（試料にバイアス電圧をかけて入射電子を試料直前で減速するための機能など)。

（イ） 上記「４（１）ク（ア)」の仕様を実現するために低真空モードを装備する場合、高真空・高照射電圧条件下で観察する際の試料室内部において十分な高真空度および試料の清浄度が維持できる機能が施されていること

（２）反射電子検出器・反射電子検出機能

ア　BSD 検出器（BackScattered-electron Detector, 反射電子検出器）・反射電子検出機能

（ア） 組成像、結晶情報（チャネリングコントラスト)、試料表面凹凸が観察可能なリトラクタブル半導体形反射電子検出器が組みこまれていること。また、「（１）ウ（ア)」、「（１）ウ（イ)」、加えて「（１）ウ（ウ)」（該当する場合）の検出器と同時装着が可能で、同時観察が行えること。

（イ） 極低角度反射電子信号を検出可能な検出器が組みこまれており、極低角度反射電子信号の照明効果を含む試料の微小凹凸に関する像観察が行えること（「（１）ウ（ア)」、と兼用でも可能）

（ウ） 高角度反射電子信号を検出可能な検出器が組みこまれており、高角度反射電子信号を用いた像観察が行えること（「（１）ウ（イ)」と兼用でも可能）

（エ） オートコントラスト・ブライトネス機能：反射電子像におけるオートブライトネス・コントラスト機能が組込まれており、手動ブライトネス・コントラストとの併用が可能であること

（３）結晶方位解析装置

ア　EBSD（Electron Back-Scattering Diffraction、電子後方散乱回折）検出器

(ア) モーター駆動による検出器の挿入・排出が可能であり、駆動機構に試料との衝突防止機能（インターロック機能）が付与されていること

(イ) 「４（４）エネルギー分散型 X 線分析装置」と連動し、組成情報を考慮した相判定が可能であること

(ウ) 2 種類以上の結晶構造相が混在した複相材料の結晶方位解析に対応していること

(エ) 有効画素数：1300 x 1300 画素以上のデジタル CCD 検出器であること

(オ) 画像転送方式：ギガビット・イーサネット方式であること

(カ) 検出器可動部：真空シールがメタルベローズであること

イ　方位測定・解析用ソフトウエア

（ア） 六角形ピクセル形状を用いた解析が可能であること

（イ） 電子線制御照射機能：正六角形格子配列の各中心点に連続照射可能であること

（ウ） 測定スピード：指数付け誤差 1%以下、指数付け精度 99%以上で EBSD 測定速度 120 点/秒（ニッケル合金）以上の性能を有すること

（エ） 指数付け法：3 バンド法による指数付けが可能であること。Hough 変換による指数付けおよび方位計算過程が公開されており、論文の参考文献として引用出来ること

（オ） 指数付け精度：各測定点に対する指数付け精度として、CI 値（信頼性指数：Confidence Index）（米国特許：5557104）による測定精度を採用していること

（カ） 「４（４）エネルギー分散型 X 線分析装置」と連動し、組成情報を考慮した相判定が可能であること

（キ） 方位解析に用いる結晶構造データの作成、保存、修正機能を有していること

（ク） 測定データの保存及び出力機能があること

（ケ） 複数の測定範囲に対するバッチ処理機能があること

（コ） 既得の測定データをロードし、それを異なる結晶構造データを用いて再解析できる機能を有すること

ウ　方位データ解析用ソフトウエア

（ア） 全般：「４（３）イ　方位測定・解析用ソフトウエア」を用いて測定されたデータを問題なく解析可能であること

（イ） 解析対象となった複数の相について、それぞれ結晶方位マップ（逆極点図で index 化されたカラーマップ）、イメージクオリティマップ、結晶粒界マップ結晶粒マップ、極点図、逆極点図、ODF (Orientation distribution function)、結晶粒径分布、相分布マップ、結晶方位分布、方位差分布、シュミット因子マッ

プ、テイラー因子マップ等、基本的な結晶方位解析が可能であること

（ウ） 測定データを任意かつ複数の条件（ CI 値を含む）でフィルタリングし、それらの条件を満たしたデータを抽出した上で、「４（３）ウ（イ）」の方法で抽出データを再解析出来ること

（エ） 指定した条件に合致する領域をハイライト表示可能であること

（オ） ソフトウエア上で測定データのトリミング、複数の測定データの結合が可能であること

（カ） 解析データの保存、修正、出力が可能であること

（キ） 解析データのレポート出力機能があること

（ク） 「４（４）エネルギー分散型 X 線分析装置」と連動し、各測定点に対し特性 X 線信号を同時に取り込むことで組成情報を考慮した相判定が可能であること

エ　方位解析制御・データ処理用デスクトップコンピュータ

（ア） 全般：「４（３）イ　方位測定・解析用ソフトウエア」「４（３）ウ　方位データ解析用ソフトウエア」が問題なく動作できるスペックであること。また、後述する「４（４）イ　元素分析・解析用ソフトウエア」が同コンピューター内にインストールされる場合は、上記 3 種のソフトウエアが問題なくかつ十分に動作するスペックであること

（イ） 全般：後述の「４（４）ウ　EDS 制御・データ処理用デスクトップコンピュータ」と同一であるか、同コンピューターと連携し、「４（３）イ　方位測定・解析用ソフトウエア」および「４（３）ウ　方位データ解析用ソフトウエア」の仕様性能を実現出来ること

（ウ） 方位解析用ソフトウエアが保存したデジタルデータを USB 経由でファイルデータの形で外部メディアに出力可能であること

（エ） コンピュータータイプ：デスクトップ

（オ） OS：米国マイクロソフト社 Windows 7 (64bit) 相当以上の OS であること

（カ） CPU：Intel Core i7-2600 3.4GHz 相当以上であること

（キ） メインメモリ：16GB 以上であること

（ク） ハードディスク：800GB 以上であること

（ケ） ディスプレイ： 23 インチ TFT カラー液晶ディスプレイ(1920 x 1080 画素)以上であること

（コ） 外部記憶装置：書きこみ可能な DVD-R/CD-R スーパーマルチドライブを有していること

（サ） その他付属機器：マウス、キーボード、ギガビット・イーサネット、USB 出力端子を付属していること

（４）エネルギー分散型 X 線分析装置

ア　EDS（Energy Dispersive X-ray Spectrometer、エネルギー分散型 X 線）検出器

（ア） 検出器の挿入・排出が可能であること

（イ） 有効検出範囲：60mm² 以上であること

（ウ） エネルギー分解能：133eV（MnKαにおいて）、またはそれより優れていること

（エ） 検出可能元素：B～U を含む範囲であること

（オ） 検出器タイプ：シリコンドリフト型であること

（カ） 複数の元素の同時定性分析が可能であること

（キ） 「４（３）結晶方位解析装置」と連動し結晶方位解析測定において特性 X 線信号を同時に取り込むことで、各測定点に対し組成情報データを提供出来ること

（ク） 冷却方式：ペルチェ冷却方式（液体窒素不要）であること

イ　元素分析・解析用ソフトウエア

（ア） 定量分析：ZAF 補正（相対強度に加えて原子番号補正(atomic number: Z)、吸収補正(absorption: A)、蛍光補正(fluorescence: F)を加えた補正）を用いた定量分析が可能であること

（イ） 定性分析：基準スペクトルを用いた定性分析法により、未知試料のスペクトルを自動的に同定できること。周期表から元素を指定し、スペクトル上に KLM マーカー（特性 X 線（K 線、L 線、M 線）のエネルギー値を示すマーカー）と ROI (region of interest) を表示することにより元素の同定ができること。

（ウ） 測定時間を自動・手動の両方で決定できること

（エ） 測定・解析結果のレポート作成機能があること

（オ） マッピング分析：検出可能な全特性 X 線のマッピング分析機能を有すること。保存データからの元素再指定および全域、点、円、矩形または任意の領域指定でスペクトルの抽出ができること

（カ） 線分析：検出可能な全特性 X 線の線分析機能を有すること。

（キ） トラッキング機能：分析中に視野のずれを自動で補正する機能を有すること

（ク） 測定・解析結果のデータ保存および出力機能があること

ウ　EDS 制御・データ処理用デスクトップコンピュータ

（ア） 全般：「４（４）イ　元素分析・解析用ソフトウエア」が問題なく動作できるスペックであること。また、前述の「４（３）イ　方位測定・解析用ソフトウエア」及び「４（３）ウ　方位データ解析用ソフトウエア」が同コンピューター内に同時にインストールされる場合は両者の機能が十分かつ問題なく動作するスペックであること

（イ） 全般：前述の「４（３）エ　方位解析制御・データ処理用デスクトップコンピュータ」と同一であるか、同コンピューターと連携し、「４（３）イ（カ）」の仕様を実現出来ること

（ウ） 元素分析用ソフトウエアが保存したデジタルデータを USB 経由でファイルデータの形で外部メディアに出力可能であること
（エ） コンピュータータイプ：デスクトップ
（オ） OS：米国マイクロソフト社 Windows 7 相当以上の OS であること
（カ） CPU：Intel Xeon E5-1603 2.80GHz 相当以上であること
（キ） メインメモリ： 4GB 以上であること
（ク） ハードディスク：500GB 以上であること
（ケ） ディスプレイ： 23 インチ TFT カラー液晶ディスプレイ(1920 x 1080 画素)以上であること
（コ） 外部記憶装置：書きこみ可能な DVD-R/CD-R スーパーマルチドライブを有していること
（サ） その他付属機器：マウス、キーボード、イーサネット、USB 出力端子を付属していること

（５）排気装置
ア　排気能力等
（ア） 真空系：イオンポンプ、ターボ分子ポンプを用いた真空系であること
（イ） 停電時真空維持のためのバックアップ用電源を装備していること

（６）冷却水循環装置*（システムの動作に冷却水が不要である場合は該当しない）
ア　冷却水循環装置
（ア） 冷却対象：走査電子顕微鏡を 1 台の冷却送水装置で冷却が可能であり、走査電子顕微鏡の安定した動作と仕様に要求された性能が保証出来る冷却能力を有すること
（イ） 温度安定度：±0.5℃以内であること

5　付属品
（１）保守点検・調整等に必要な工具類、標準付属品　一式
（２）取扱説明書（日本語版）　２部

6　納入条件
（１） 納入予定場所に設置されている走査型電子顕微鏡の撤去（移動）を含むこと
（２） 運搬・据え付け、装置設置場所の環境設備（振動・荷重対策を含めた基礎工事・電磁場対策工事（必要な場合）・電気工事・水工事・機器セットアップなど）等、装置が正常に作動するために必要な事項を全て行い、納入時には、装置が全ての機能を満足して正確且つ完全に作動し、直ちに使用が可能であること
（３） 設置場所については、事前に現地確認し、振動・電磁場測定を行い、振動・磁場が

装置に与える影響に関する分析結果を報告書の形で本学担当者に提出すること

（４）　（３）の結果必要と判断された場合は、床工事、アクティブ除振台の設置、磁場キャンセラの設置等を行い、本装置が本学の平時環境下での観察において仕様を満足する性能でかつ安定に動作することを確認すること

（５）　環境整備に必要な工事等は原則として平成２７年９月１日から平成２７年１１月１３日の間に行い、完了すること

（６）　装置の納入作業は６（５）の環境整備工事後、原則として平成２８年１月６日以降に開始すること

（７）　装置の正常な動作に必要なケーブル、コネクタ等はすべて用意すること

（８）　装置の始動に必要なドライ窒素・冷却水等はすべて用意すること

（９）　労働安全衛生法などに規定される安全対策設備・警告表示などを行うこと

（１０）導入後 2 年間の電子銃チップの動作を保証すること。電子銃チップの保証寿命が 2 年未満である場合は導入後 2 年間の動作に必要な交換用の電子銃チップを付属すること。また、当該部品の交換は無償で行うこと

７　検収

本仕様書に基づき、装置の構成と物品及び全ての機能が満足して作動することを確認後、検収する。検収に必要な消耗品類は用意すること

８　納入場所

富山県立大学研究棟１階 精密測定室（Ｅ１２１号室）

富山県射水市黒河 5180

９　納入期限

平成２８年２月１日

10　その他

（１）研修

・装置について、本学職員 2 名以上に対して導入時教育を無償で実施すること

（２）保証期間

・保証期間は、検収完了後１年間とする。

・保証期間中に装置の制御、分析、解析に使用するソフトウエアのバージョンアップがあった場合、無償でバージョンアップに対応すること

・保証期間中に本学の過失によらないトラブル、故障が発生した場合は、無償で修理すること。ただし、装置の機構上及び材質上などに起因する重大な故障については、保証期間後であっても、無償で修理を行うこと

（3）費用

・搬入、設置、調整、導入時研修等の費用を全て含むものとする。

（4）その他

・本装置に要求される前述の仕様項目および保守サービスを満たす物品を納入できることを証明する資料を提出すること

・本仕様書に基づく性能を有した装置については、既に市場で評価されていることが望ましいが、要求する性能を満たすためにやむを得ず構成部品の開発・改造が必要とされる場合については、そのスケジュールを明記した資料を提出すること。なお、本仕様書の項目に関して必要と認められる場合にあっては、追加資料の提出を要求する場合があるので、速やかに対処すること

・保証期間に関係なく、技術的な質問に対して速やかに応じられる体制（2 営業日以内）が日本国内で整えられていること

・保守点検、故障時の復旧作業等に必要な部品の調達については、装置や構成する機器類の運用に支障をきたさない確実な部品供給体制を有していること

・詳細不明な点については、富山県立大学担当職員と速やかに打ち合わせること

担当者名：富山県立大学　工学部　機械システム工学科　鈴木真由美

（TEL：0766-56-7500（内線 422）　FAX：0766-56-6131）